

**RANCANG BANGUN *HEAT EXCHANGER TUBE FIN* TIGA PASS
SHELL SATU PASS UNTUK MESIN PENGERING EMPON-EMPON**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

Disusun :

DONI SETIA BUDI

NIM : D 200 12 0056

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2017**

HALAMAN PERSETUJUAN

**RANCANG BANGUN *HEAT EXCHANGER TUBE FIN* TIGA PASS
SHELL SATU PASS UNTUK MESIN PENGERING EMPON-EMPON**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

DONI SETIA BUDI

D 200 12 0056

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Sartono Putro, Ir., MT.

HALAMAN PENGESAHAN

RANCANG BANGUN *HEAT EXCHANGER TUBE FIN* TIGA PASS SHELL SATU PASS UNTUK MESIN PENGERING EMPON-EMPON

Oleh:

DONI SETIA BUDI

D 200 12 0056

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Selasa, 31 Januari 2017

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Sartono Putro, Ir. MT.
(Ketua Dewan Penguji)
2. Subroto, Ir. MT.
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Wijianto ST. M.Eng. Sc.
(Anggota II Dewan Penguji)



Dekan,

Ir. Sri Sunarjono, MT., Ph.D

NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas maka akan saya pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 31 Januari 2017

Penulis



DONI SETIA BUDI
D 200 17 0056

RANCANG BANGUN *HEAT EXCHANGER TUBE FIN* TIGA PASS *SHELL* SATU PASS UNTUK MESIN PENGERING EMPON-EMPON

Abstrak

Heat Exchanger atau penukar kalor adalah alat yang berfungsi menukar kalor antara dua fluida yang berbeda temperatur tanpa mencampurkan kedua fluida tersebut. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh variasi debit pada *Heat Exchanger tube fin* tiga pass *shell* satu pass untuk pengeringan kunyit. Dengan variasi debit 0,026, 0,028, dan 0,030 m³/s. *Heat exchanger* yang digunakan dalam pengujian ini memiliki aliran menyilang. Fluida dingin berupa udara dari blower mengalir masuk ke dalam *heat exchanger*, didalam *heat exchanger* fluida dingin akan menerima kalor dari fluida panas yang mengalir dalam *shell* yang sebelumnya dipanaskan oleh kompor, dan setelah itu fluida dingin tersebut keluar dari *heat exchanger* dan masuk ke dalam mesin pengering empon-empon. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini adalah meningkatnya debit fluida dingin, maka perubahan temperatur, kalor yang diterima fluida dingin, koefisien perpindahan kalor total, koefisien perpindahan kalor fluida dingin, efisiensi dan perubahan massa kunyit mengalami peningkatan.

Kata kunci : Alat Penukar Kalor,fluida, Perpindahan Kalor

Abstract

Heat Exchanger is device that facilitate the exchange of heat between two fluids that are at different temperatures while keeping them from mixing with each other. This research is aimed at fidding an influence of debt variety of Heat Exchanger tube fin single pass and shell triple pass for turmeric drainage. The debt of variety 0,026, 0,028, and 0,030 m³/s. Heat exchangers are used in this research has a cross flow., cold fluid such as air from the blower to flow into the heat exchanger, in the heat exchanger cold fluid will receive heat from hot fluid flowing in a shell that is pre-heated by the stove, and after that cold fluid is out of heat exchanger and into the engine medicinal dryer. The result of this research show that, if the cold fluid mass flow rate of air are bigger, it is means that temperature different, heat of cold fluid mass flow, ,overall heat transfer coefficient,heat transfer coefficient of cold fluid, efficiency and mass different of turmeric rate is bigger.

Keywords : *Heat Exchanger, Fluid, Heat Transfer*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di industri Indonesia terdapat banyak UKM. Salah satunya UKM yang bergerak di bidang obat-obatan yang berbahan empon-empon. Seiring dengan perkembangan teknologi, saat ini banyak obat tradisional yang dibuat menjadi serbuk kering agar menjadi lebih praktis dan awet. Pada salah satu prosesnya, sebelum dijadikan serbuk terdapat proses pengeringan yaitu dengan mengurangi kadar air dari empon-empon itu sendiri.

Pengeringan alamiah memanfaatkan sinar matahari untuk mengeringkan empon-empon dan pada proses alami ini sangat bergantung dengan cuaca, sedangkan empon-empon pada saat cuaca mendung atau hujan pengeringannya jadi terkendala, maka empon-empon tidak bisa kering dan diproses ke tahap selanjutnya. Sehingga pada musim hujan menjadi suatu kendala dalam proses ini. Sedangkan pengeringan non alamiah dengan cara menggunakan menggunakan mesin, sehingga proses pengeringan lebih cepat dan tidak ada kendala cuaca.

Mesin pengering yang digunakan untuk mengeringkan bahan basah tersebut adalah *heat exchanger*, dengan cara mengalirkan udara panas secara berkelanjutan. *Heat Exchanger* adalah alat penukar kalor yang berfungsi menukar kalor antara dua fluida yang berbeda temperatur tanpa mencampurkan kedua fluida tersebut. Proses tersebut terjadi dengan memanfaatkan proses perpindahan kalor dari dua fluida yang bersuhu berbeda. Dalam perkembangannya *heat exchanger* mengalami perubahan bentuk yang sesuai dengan fungsi kerjanya. Bentuk *heat exchanger* yang sering digunakan ialah *shell and tube*. Dengan berbagai pertimbangan bentuk ini dinilai memiliki banyak keuntungan baik dari segi fabrikasi, biaya, hingga unjuk kerja.

1.2. Tujuan

1. Mendapatkan desain dan konstruksi *Heat Exchanger Tube fin* tiga *pass shell* satu *pass*.
2. Mengetahui pengaruh variasi debit fluida dingin terhadap temperatur fluida dingin.
3. Mengetahui pengaruh variasi debit fluida dingin terhadap kalor yang diterima fluida dingin.
4. Mengetahui pengaruh variasi debit fluida dingin terhadap koefisien perpindahan kalor total.
5. Mengetahui pengaruh variasi debit fluida dingin terhadap hasil pengeringan.

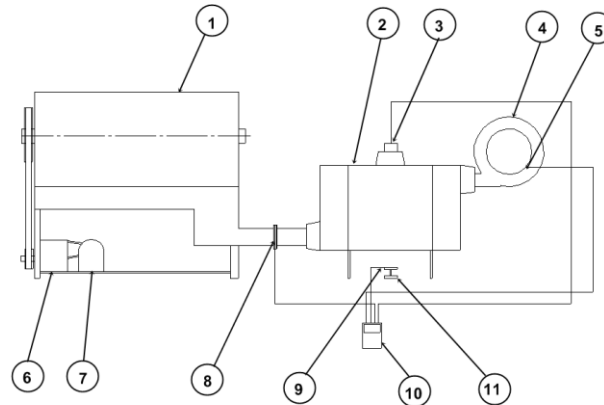
1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan dalam penelitian ini, yaitu :

1. Mesin Pengering Empon-empon
2. Variasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah debit 0,026, 0,028, 0,030 (m^3/dt).
3. Bahan yang digunakan adalah kunyit sebanyak 1 kg.
4. Indikator penelitian adalah variasi debit terhadap hasil penelitian
5. Menggunakan blower sentrifugal dengan daya 150 W.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Alat dan Bahan

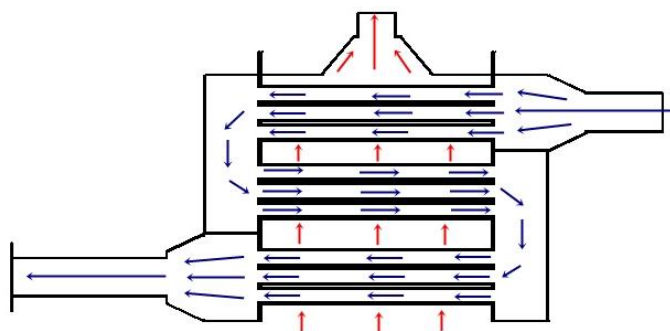


Gambar 1. Alat penelitian

Keterangan :

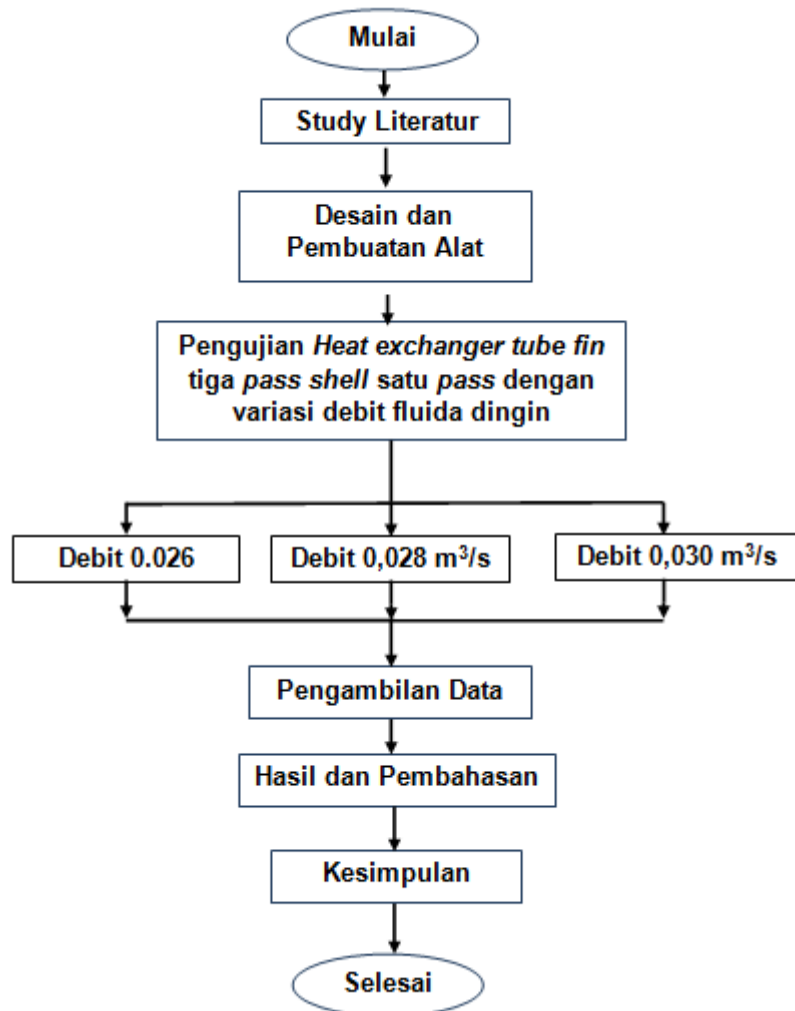
- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| 1. Mesin pengering empon-empon | 7. Motor |
| 2. <i>Heat Exchanger</i> | 8. <i>Thermocouple 2 (Tco)</i> |
| 3. <i>Thermocouple 4 (Tho)</i> | 9. <i>Thermocouple 3 (Thi)</i> |
| 4. Blower | 10. <i>Thermoreader</i> |
| 5. <i>Thermocouple 1 (Tci)</i> | 11. Kompor |
| 6. <i>Gear reducer</i> | |

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah Udara, Kunyit dan gas LPG



Gambar 2. Aliran fluida pada *Heat exchanger*

2.2. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

2.3. Tahapan Penelitian

- Sebelum pengujian yaitu menyiapkan bahan-bahan seperti kunyit, gas LPG, serta memasang regulator pada tabung gas, merangkai *thermocouple* kemudian pasang ke *heat exchanger* dan menyiapkan stopkontak yang nantinya untuk menyalakan motor listrik.
- Memastikan atau mengecek instalasi semua sudah terpasang terpasang dengan benar dan bahan sudah siap selanjutnya mengatur tutupan pada *blower* sebagai variasi debit.

- c. Memasukkan 1 kg kunyit ke mesin pengering menyalakan kemudian nyalakan kompor untuk memanaskan *heat exchanger* selama 10 menit.
- d. Menyalakan *blower*, *thermocouple*, mesin pengering selama 30 menit.
- e. Mencatat temperatur pada *thermocouple* setiap 10 menit sekali dalam waktu 30 menit.
- f. Mematikan *blower*, kompor dan mesin pengering empon-empon secara bersamaan, kemudian mengambil kunyit.
- g. Menimbang kunyit dengan timbangan digital, dan menimbang tabung gas LPG dengan timbangan analog, kemudian hitung selisih massa kunyit dan tabung sebelum dan sesudah pengujian.
- h. Dinginkan Alat hingga suhu normal.
- i. Lakukan pengujian seperti diatas dengan variasi debit yang berbeda.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Penelitian

Tabel 1 Hasil penelitian

Peng-ujian	Q _c	T _{ci}	T _{co}	Th _i	Th _o	ΔT _c	ΔT _h
	m ³ /s	(⁰ C)	(⁰ C)	(⁰ C)	(⁰ C)	(⁰ C)	(⁰ C)
1	0,026	29,63	123,40	1170,4	217,20	93,77	953,20
2	0,028	29,67	140,17	1176,0	229,17	110,50	946,83
3	0,030	32,77	156,47	1126,33	245,20	123,7	881,13

Pengujian	$\dot{m}_{\text{lpg}} \times 10^{-4}$	Mi _{kunyit}	Me _{kunyit}	Δm _{kunyit}
	(Kg/s)	(g)	(g)	(g)
1	1,25	1000	773	227
2	1,25	1000	762	238
3	1,25	1000	757	243

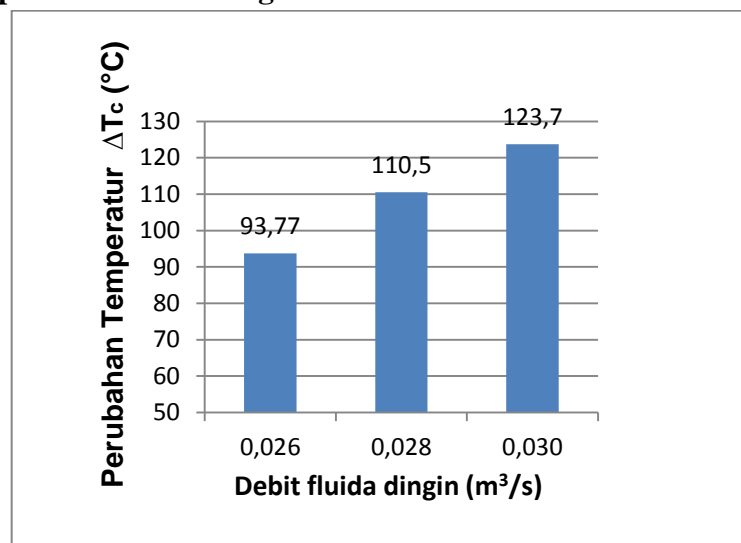
Tabel 2 Hasil perhitungan

Peng-ujian	q_c	$\dot{m}_h \times 10^{-3}$	C_c	C_h	q_{\max}	ε
	(Watt)	(kg/s)	(W/K)	(W/K)	(W)	
1	2457,524	2,11	26,208	2,578	2941,114	0,84
2	3121,846	2,69	28,252	3,297	3779,629	0,83
3	3748,110	3,48	30,300	4,254	4651,735	0,81

Peng-ujian	q_c	$\dot{m}_h \times 10^{-3}$	C_c	C_h	q_{\max}	ε
	(Watt)	(kg/s)	(W/K)	(W/K)	(W)	
1	2457,524	2,11	26,208	2,578	2941,114	0,84
2	3121,846	2,69	28,252	3,297	3779,629	0,83
3	3748,110	3,48	30,300	4,254	4651,735	0,81

Peng-ujian	Nu_c	h_c	q_{lpg}	η
		(w/m ² K)	(W)	(%)
1	167,421	234,390	6269	39,20
2	175,049	262,574	6269	49,80
3	188,977	283,465	6269	59,79

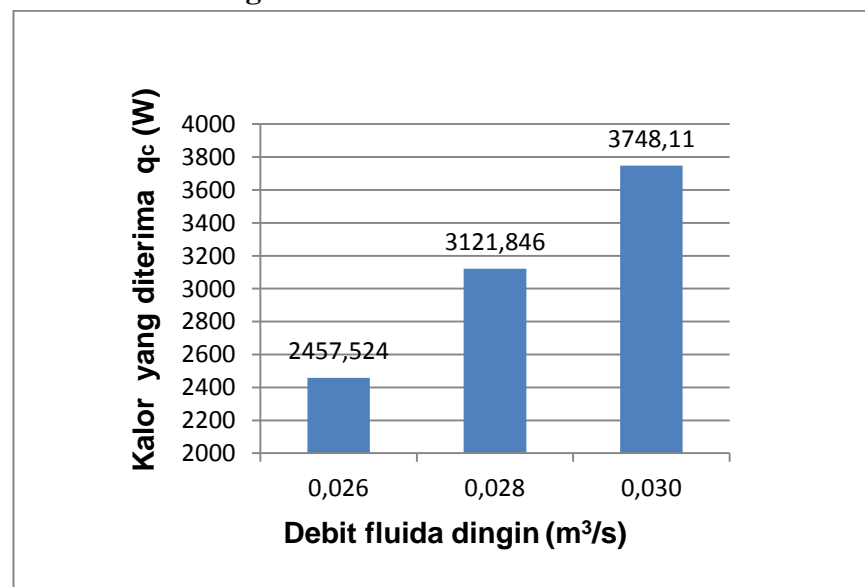
3.2. Pengaruh Variasi Debit Fluida Dingin Terhadap Perubahan Temperatur Fluida Dingin



Gambar 4. Pengaruh variasi debit fluida dingin terhadap perubahan temperatur fluida dingin

Pada gambar di atas menunjukkan pengaruh debit fluida dingin terhadap perubahan temperatur dingin, hasil perubahan temperatur pada debit fluida dingin $0,026 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan hasil perubahan temperatur fluida dingin $93,77^\circ\text{C}$, sedangkan pada debit fluida dingin $0,028 \text{ m}^3/\text{s}$ didapatkan hasil perubahan temperatur fluida dingin adalah $110,5^\circ\text{C}$, Dan pada debit fluida dingin $0,032 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan hasil perubahan temperatur fluida dingin sebesar $123,7^\circ\text{C}$. Dari diagram di atas didapatkan perubahan temperatur fluida dingin terbesar pada debit $0,030 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan perubahan temperautur fluida dingin sebesar $123,7^\circ\text{C}$.

3.3. Pengaruh Variasi Debit Fluida Dingin Terhadap Kalor yang Diterima Fluida Dingin

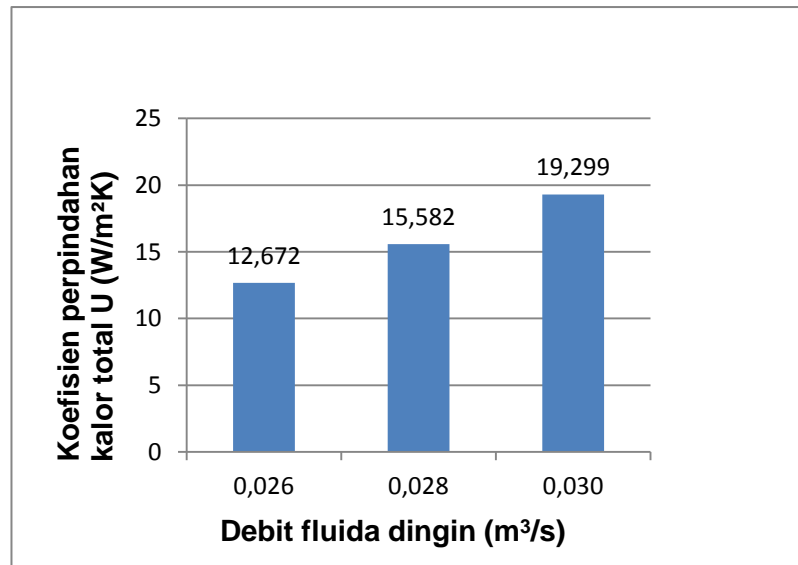


Gambar 5. Pengaruh variasi debit fluida dingin terhadap kalor yang diterima fluida dingin

Pada gambar di atas menunjukkan pengaruh debit fluida dingin terhadap kalor yang diterima fluida dingin, hasil kalor yang diterima fluida dingin pada debit fluida dingin $0,026 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan hasil kalor yang diterima fluida dingin $2457,524 \text{ W}$, sedangkan pada debit fluida dingin $0,028 \text{ m}^3/\text{s}$ didapatkan hasil kalor yang diterima fluida dingin adalah

3121,846 W, Dan pada debit fluida dingin 0,030 m³/s dengan hasil kalor yang diterima fluida dingin sebesar 3748,11 W. Dari diagram diatas didapatkan kalor yang diterima fluida dingin terbesar pada debit 0,030 m³/s dengan kalor yang diterima fluida dingin sebesar 3748,11 W.

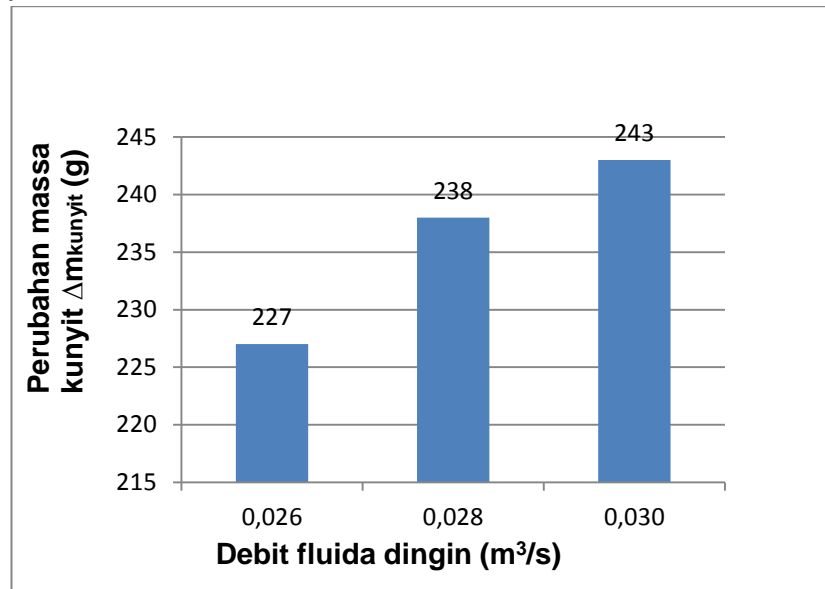
3.4. Pengaruh Variasi Debit Fluida Dingin Terhadap Koefisien Perpindahan Kalor Total



Gambar 6. Pengaruh variasi debit fluida dingin terhadap koefisien perpindahan kalor total

Pada gambar di atas menunjukan pengaruh debit fluida dingin terhadap koefisien perpindahan kalor total, hasil koefisien perpindahan kalor total pada debit fluida dingin 0,026 m³/s dengan hasil koefisien perpindahan kalor total 12,672 W/m²K, sedangkan pada debit fluida dingin 0,028 m³/s didapatkan hasil koefisien perpindahan kalor total adalah 15,582 W/m²K, Dan pada debit fluida dingin 0,030 m³/s dengan hasil koefisien perpindahan kalor total sebesar 19,229 W/m²K. Dari diagram di atas didapatkan koefisien perpindahan kalor total terbesar pada debit 0,030 m³/s dengan koefisien perpindahan kalor total sebesar 19,229 W/m²K.

3.5. Pengaruh Variasi Debit Fluida Dingin Terhadap Perubahan Massa Kuningit



Gambar 7. Pengaruh variasi debit fluida dingin terhadap koefisien perpindahan kalor total

Pada gambar di atas menunjukkan pengaruh debit fluida dingin terhadap perubahan massa kunyit, hasil perubahan massa kunyit pada debit fluida dingin $0,026 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan hasil perubahan massa kunyit 227 g, sedangkan pada debit fluida dingin $0,028 \text{ m}^3/\text{s}$ didapatkan perubahan massa kunyit adalah 238 g, Dan pada debit fluida dingin $0,030 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan hasil perubahan massa kunyit sebesar 243 g. Dari diagram di atas didapatkan perubahan massa kunyit terbesar pada debit $0,030 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan perubahan massa kunyit sebesar 243 g.

4. PENUTUP

4.1. Keesimpulan

1. Desain dan Kontruksi *Heat Exchanger Tube fin* tiga pass *shell* satu pass menggunakan bahan plat besi dengan tebal 2 mm dan pipa besi dengan diameter 18mm dn tebal 2 mm. Didapatkan *Heat exchanger* dengan ukuran panjang 445 mm, tinggi 350 mm, lebar 206 mm dengan jumlah

tube 24 dengan diameter 18mm dengan tebal 2 mm dan panjang 300 mm, dengan *fin* berjumlah 48 dengan ukuran diameter dalam 22 mm, diameter luar 32 mm dan tebal 2 mm.

2. Perubahan temperatur fluida dingin dipengaruhi oleh debit fluida dingin, semakin besar debit fluida dingin maka perubahan temperatur fluida dingin semakin besar. Pada debit fluida dingin $0,026 \text{ m}^3/\text{s}$, perubahan temperatur fluida dingin yang dihasilkan $93,77^\circ\text{C}$, pada debit fluida dingin $0,028 \text{ m}^3/\text{s}$, perubahan temperatur fluida dingin yang dihasilkan $110,5^\circ\text{C}$, dan pada debit fluida dingin $0,030 \text{ m}^3/\text{s}$, perubahan temperatur fluida dingin yang dihasilkan $123,7^\circ\text{C}$.
3. Kalor yang diterima fluida dingin dipengaruhi oleh debit fluida dingin, semakin besar debit fluida dingin maka kalor yang diterima fluida dingin semakin besar. Pada debit fluida dingin $0,026 \text{ m}^3/\text{s}$, kalor yang diterima fluida dingin sebesar $2457,524 \text{ W}$, pada debit fluida dingin $0,028 \text{ m}^3/\text{s}$, kalor yang diterima fluida dingin sebesar $3121,846$, dan pada debit fluida dingin $0,030 \text{ m}^3/\text{s}$, kalor yang diterima fluida dingin sebesar $3748,11 \text{ W}$.
4. Koefisien perpindahan kalor total dipengaruhi oleh debit fluida dingin, semakin besar debit fluida dingin maka koefisien perpindahan kalor total semakin besar. Pada debit fluida dingin $0,026 \text{ m}^3/\text{s}$, koefisien perpindahan kalor total sebesar $12,672 \text{ W/m}^2\text{K}$, pada debit fluida dingin $0,028 \text{ m}^3/\text{s}$, koefisien perpindahan kalor total sebesar $15,582 \text{ W/m}^2\text{K}$, dan pada debit fluida dingin $0,030 \text{ m}^3/\text{s}$, koefisien perpindahan kalor total sebesar $19,299 \text{ W/m}^2\text{K}$.
5. Perubahan massa kunyit dipengaruhi oleh debit fluida dingin, semakin besar debit fluida dingin maka perubahan massa kunyit semakin besar. Pada debit fluida dingin $0,026 \text{ m}^3/\text{s}$, perubahan massa kunyit sebesar 227 g , pada debit fluida dingin $0,028 \text{ m}^3/\text{s}$, perubahan massa kunyit

sebesar 238 g, dan pada debit fluida dingin 0,030 m³/s, perubahan massa kunyit sebesar 243 g.

4.2. Saran

Dalam melakukan penelitian ini tentunya ada banyak kendala yang terjadi saat penelitian ini berlangsung, demikian saran yang bisa digunakan untuk memperlancar proses penelitian lanjutan apabila memungkinkan agar didapatkan hasil yang memuaskan :

1. Temperatur pembakaran harus dijaga supaya stabil, karena bila temperatur berubah maka kapasitas fluida panas yang dihasilkan juga akan berubah.
2. Pada perancangan selanjutnya peneliti dapat meningkatkan efisiensi *heat exchanger* dengan cara memberi isolator pada dindingnya, agar kalor yang dihasilkan pada gas LPG tidak banyak terbuang ke ruangan.

PERSANTUNAN

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas berkat dan rahmat-NYA sehingga penyusunan laporan penelitian ini dapat terselesaikan.

Tugas Akhir berjudul “Rancang Bangun *Heat Exchanger Tube Fin* Tiga *Pass Shell* Satu *Pass* Untuk Mesin Pengering Empon-empon”, dapat terselesaikan atas dukungan dari beberapa pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis dengan segala ketulusan dan keikhlasan hati ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ir. Sri Sunarjono, MT., Ph.D., Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Tri Widodo Besar Riyadi, ST., MSc., Ph.D., Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.

3. Sartono Purto Ir., MT. Dosen pembimbing yang banyak memberikan ilmu, waktu, dorongan serta arahan dalam proses bimbingan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bibit Sugito Ir., MT., Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan, bimbingan serta motivasi selama masa kuliah.
5. Semua pihak yang telah membantu semoga Allah SWT membalas kebaikan kita semua.

Daftar Pustaka

- Ahmad. Wafi B, (2012). ***“Rancang Bangun Heat Exchanger Shell and Tube Single Phase”***. Skripsi. Fakultas Teknik Pertanian Universitas Diponegoro.
- Anggraini Handoyo Eka Dewi, (2000) ***“Pengaruh Kecepatan Aliran Terhadap Efektivitas Shell and Tube Heat Exchanger”***, Jurnal Teknik Mesin Universitas Kristen Petra Surabaya.
- Angraini Handoyo Eka Dewi, (2000) ***“Pengaruh Tebal Isolasi Thermal Terhadap Efektivitas Plat Heat Exchanger”***. Jurnal Teknik Mesin Universitas Kristen Petra.
- Cengel, Y. A. (2003). ***“Heat Transfer”***. Mc. Graw Hill New York.
- Kanginan, Marthen. (2007). ***“Seribu Pena FISIKA”***. Jakarta: Erlangga.
- Mukherjee Rajiv (1998). ***“Effectivity Design Shell and Tube Heat Exchanger”***. Chem Eng Progress.
- Peter (2013). ***“Hairpin Heat Exchanger”***. From www.lv-soft.com
- Wahyudi Didik, (2000). ***“Optimasi Heat Exchanger Tabung Konsentris”***. Jurnal Teknik Mesin Universitas Kristen Petra Surabaya.
- Yopi Handoyo, Ahsan (2012). ***“Analisis Kinerja Alat Penukar Kalor Jenis Shell and Tube Pendingin Aliran Air pada PLTA Jatiluhur”***. Skripsi. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Bekasi MEDIA MESIN, Vol. 9, No. 2, Juli 2008, 69 - 75 71 ISSN 1411-4348.

Zainiudin, (2008) ***“Studi Eksperimental Efektivitas Alat Penukar Kalor Shell and Tube dengan Memanfaatkan Gas Buang Mesin Diesel Sebagai Pemanas Air”***. Tesis. Universitas Sumatra Utara.